

# Materialshunoslik

## 2 - Bob

### Injinerlik materiallari qora metallar. Metalurgiya asoslari.

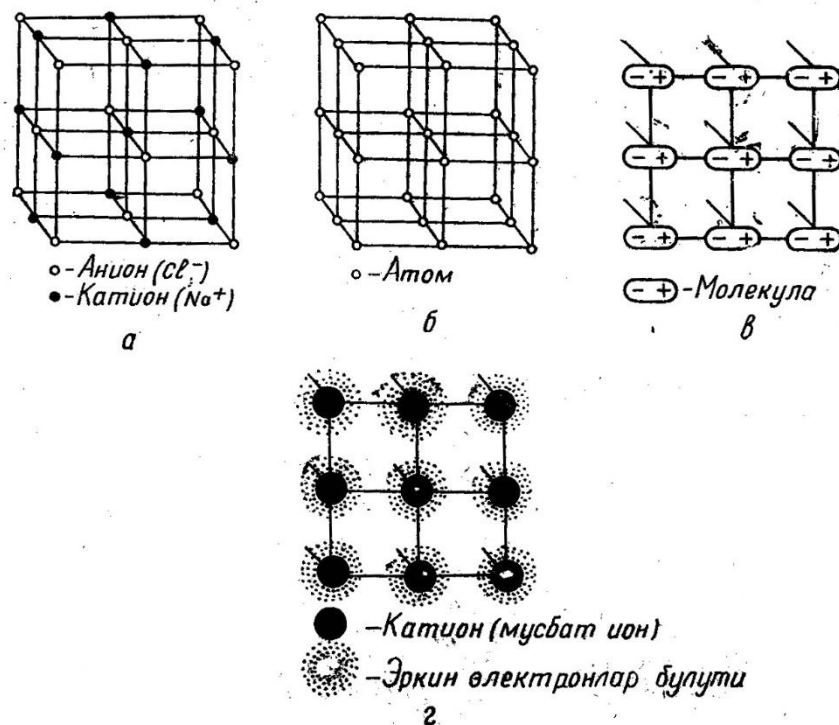
Ma'ruzachi: ass. A.R.Baymirzaev

Qattiq jismlardagi bog'lanishlar to'rtta asosiy turga bo'linadi. Bular ion (geteropolyar), atom (gomeopolyar yoki kovalent), molekulyar bog'lanishlar va metall bog'lanishlardir. Ana shu bog'lanishlarni kurib chikaylik.

**Ion (geteropolyar) boglanishlar.** Bunday bog'lanishli qattiq jismlar kristall panjaralarning tugunlarida ionlar turadi. (rasmga qarang, a) Ion bog'lanish elektromanfiylik jixatidan bir-biridan katta farq kilgan ikki element orasida vujudga keladi. Binobarin, ion bog'lanish birinchi grupp metallari, ya`ni ishkoriy metallar bilan ettinchi grupp elementlari (galogenlar) orasida vujudga keladi.

Ion bog'lanish vujudga kelishini natriy xlorid ( $\text{NaCl}$ ) misolida ko'rib chikaylik. Xlor atomi natriy atomiga karaganda anchagina elektromanfiy bo'lganligidan uzining sirtki kavatidagi bir elektronini xlor atomiga beradi, natijada natriy atomi musbat zaryadli natriy ioni  $\text{Na}^+$  ga (kationga), xlor atomi esa bir elektron biriktirib olib, manfiy zaryadli xlor ioni  $\text{Cl}^-$  ga (anionga) aylanadi. Qarama-qarshi zaryadli bu ionlar kulon kuchi vositasida uzaro tortilib, birikma ( $\text{NaCl}$ ) xosil qiladi. Birikma (molekula) tarkibidagi xar kaysi ion uz atrofida elektr maydoni vujudga keltiradi. Demak, ion bog'lanishli molekulalarda bir necha (kamida ikkita) elektr maydoni bo'ladi. Ion bog'lanishning getropolyar bog'lanish deb xam atalishiga sabab ana shu.

Ion bog'lanishli birikmalarda ta'sir etuvchi kulon kuchlar zarrachalarning (ionlarning) bir-biriga puxtarok tortilishiga sabab bo'ladi, shuning uchun bunday birikmalarning suyuklanish temperaturasi va qattiqligi yuqoriroq bo'ladi.



### Qattiq jismlardagi asosiy bog'lanishlar:

a – ion bog'lanish; b – atom bog'lanish; v – molekular bog'lanish; g – metall bog'lanish.

**Atom (gomeopolyar, kovalent) boglanishlar.** Atom bog'lanishli qattiq jismlar kristall panjaralarining tugunlarida uzaro kovalent bog'langan atomlar turadi (rasmga qarang, b). Kovalent bog'langan atomlar bir-birini juda puxta tortib turganligi uchun bunday birikmalarning suyuklanish temperaturasi va qattiqligi nixoyatda yukori bo'ladi.

Elektromanfiyligi bir-biriga teng bo'lgan elementlarga kovalent bog'lanadi. Kovalent bog'lanish nazariyasiga kura, bunday bog'lanish xosil bo'lishida elektron bir atomdan ikkinchi atomga utmaydi (chunki bu atomlarning elektromanfiyligi bir xil), balki uzaro ta'sir kiluvchi ikkala atomga tegishli bo'lib qoladi.

Atom bog'lanishli qattiq moddalarga misol qilib, olmosni kursatish mumkin. Olmosda uglerodning xar bir atomi uglerodning boshka turtta atomi bilan boglangan, bu turtala boglanish bir xil bulganligidan olmos kristalini bitta gigant molekula deb karash lozim.

**Molekulyar bog'lanish.** Bunday bog'lanishli qattiq moddalar kristall panjaralarining tugunlarida molekular turadi (rasmga qarang, v). Bu molekular bir-biriga molekulararo kuchlar vositasida tortilib turadi. Molekulararo kuchlar molekularni bir-biriga nisbatan zaif tortib turganligidan molekulyar bog'lanishli

qattiq moddalarning suyuklanish temperaturasi va qattiqligi past bo'ladi.

**Metall bog'lanishlar.** Bunday bog'lanishli qattiq jismlar (metallar) kristall panjaralarining tugunlarida musbat zaryadli ionlar turadi, ionlarni esa erkin elektronlar, ya'ni elektronlar buliti qurshab olgan bo'ladi (rasmga qarang, g). Elektronlar buliti ayrim ion yoki atomlarning kobiklari bilan bog'langan bo'lmay, balki kristallning butun xammasiga oiddir. Demak, metall bog'lanishlar musbat zaryadli ionlar bilan erkin elektronlarning uzaro tortishuvidan iboratdir.

Metallarning **kristall panjaralarida** musbat ionlar muayyan tartibda joylashganligi yukorida aytib utildi.

Metallar, boshka xar kandy modda kabi, sharoitga karab, turt xil agregat xolatda: qattiq, suyuq, gaz va plazma xollarda bo'la oladi. Sof metall bir agregat xolatdan ikkinchi agregat xolatga ma'lum temperaturadagina o'tadi va bunda metallning xossalari uzgaradi.

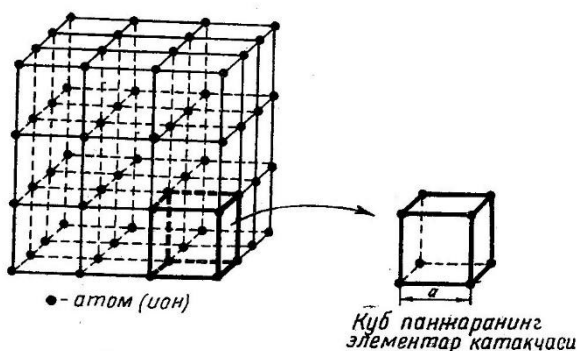
**Qattiq xolatda** metall zarachalari muayyan tartibda joylashgan bo'ladi, bu zarrachalarning bir-birini tortish kuchi bilan bir-birini itarish kuchi uzaro muvozanatda turadi, natijada qattiq jism uz shaklini saklaydi.

**Gaz xolatidagi** metall zarrachalari tartibsiz xarakatlanadi, bir-birini itaradi, natijada metall gazi imkoni boricha katta xajmni olishga intiladi.

**Suyuk xolatdagi** metall zarrachalarining ozrok kismigina batartib joylashgan bo'lib, bu joylashuv issiklik ta'sirida gox buzilib, gox tiklanib turadi. Demak, suyuq xolatdagi metall qattiq xolatdagi metall bilan gaz xolatidagi metall orasida oralik mavkeni egallaydi. Metallning, umuman moddaning, agregat xolati orasidagi fark ana shu.

Atomlarning markazidan utkazilgan faraziy chiziklar panjara xosil qiladi. Bir-biriga parallel joylashgan bir kancha kristallografik tekislik fazoviy kristall panjara xosil qiladi, kristall panjaraning tugunlarida esa atomlar (ionlar) turadi (rasm). Moddaning atom-kristall tuzilishi tugrisida tasavvur xosil qilish uchun panjaraning bitta elementar katakchasini kursatish kifoya.

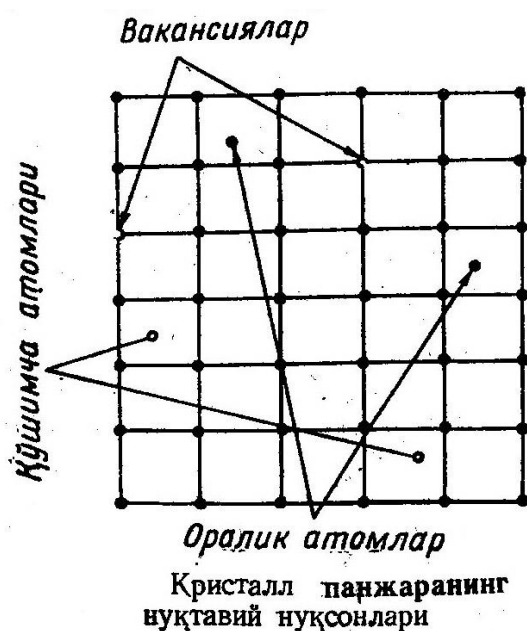
### Fazoviy kristall panjara va uning tugunlarida atomlarning (ionlarning) joylashuvi.



**Real kristallarning tuzilishi.** Metallarning real kristallari tuzilishida, ideal kristallarnikidagining aksicha, bir qator nuksonlar (nomukammalıklar) bo'ladı. Metallarning juda muxim kuppına mexanik va fizikaviy xossalari, metallarning strukturasında sodir bo'ladigan kuppına protsesslar shu metallar kristallarining tuzilishidagi nuksonlardan kelib chikadi.

Metallarning kristallari tuzilishidagi nuksonlar, odatda, uch gruppaga bo'linadi. Bulardan biri nuktaviy nuksonlar bo'lib, ikkinchisi chizikli nuksonlar va uchinchisi sirt (tekislik) nuksonlardir. Ana shu nuksonlarni birma-bir kurib chikaylik.

1. **Nuktaviy nuksonlar.** Ulchamlari uch yunalishning xammasida xam kichik bo'lgan nuksonlar **nuktaviy nuksonlar** deyiladi. Bunday nuksonlar jumlasiga vakansiyalar, ya'ni kristall panjaraning bo'sh joylari, oralik atomlar-tugunlar oralig'iga siljigan atomlar metall kristall panjarasi tugunlaridagi atomlar urnini



olishi xam, panjara tugunlari oraligiga qirib borishi xam mumkin.

Uchala xolda xam asosiy metallning kristall panjarasi uzining muntazam geometrik tuzilishini uzgartiradi, ya'ni panjarada nuksonlar xosil bo'ladı.

Vakansiyalar yoki oralik atomlar temperatura kutarilib, kristall tebranish amplitudasi kuchayishi natijasida xosil bo'ladı.

2. **CHizikli nuksonlar.** Ulchamlari fakat ikki yunalishdagina kichik b'oladigan nuksonlar **chizikli nuksonlar** deyiladi. CHizikli nuksonlarning eng muxim turi dislokatsiyalardir; vakansiyalarning va boshka nuktaviy nuksonlarning zanjirlari xam chizikli nuksonlar jumlasiga kiradi.

3. **Sirt (tekislik) nuksonlar.** Ulchamlari fakat bir yunalishdagina kichik b'lgan nuksonlar **sirt nuksonlar** deyiladi. Sirt nuksonlar jumlasiga bloklar orasidagi va donalar orasidagi chegaralar yoki kush chegaralar, qattiq fazalar orasidagi chegara sirtlar va boshkalar kiradi. Bunday xollarda nomukammal soxa sirt bo'ladi.

**Dislokatsiyalar.** Dislokatsilar nazariyasi hozirgi zamon metallshunosligining fizikaviy asoslaridan biridir. Bu nazariya metallarning strukturasi sodir bo'ladigan eng muxim bir kator protsesslar mexanizmi sabablarini izolab berishga imkoniyat tugdiradi.

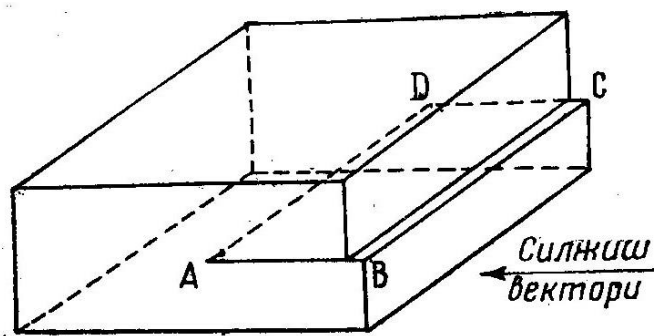
Dislokatsiyalar suyuklantirilgan metallarning kristallanish protsessida, metallarning plastik deformatsiyalanishida, metallarga termik va boshka tur ishlovlar berishda xosil bo'ladi.

Dislokatsiyaning uzi nima? Bu savolga quyidagi ta'rifdan javob olamiz.

Metallning atomlar siljigan (sirpangan) soxasi bilan atomlar siljimagan soxasi orasidagi chegara **dislokatsiya** deb ataladi.

Dislokatsiyalar, asosan, chizikli (chekka) va burama (vintsimon) dislokatsiyalarga bo'linadi. Dislokatsiyalarning ana shu turlarini kurib chikaylik.

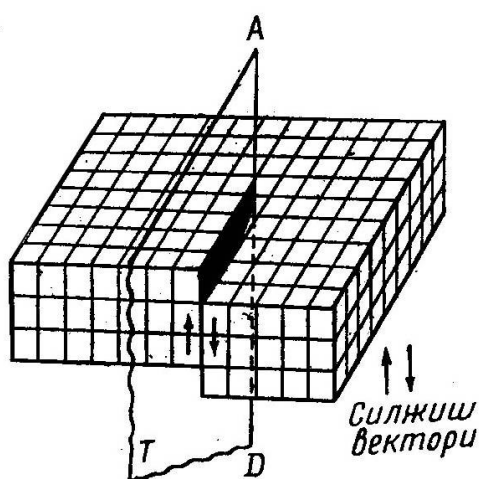
**CHizikli dislokatsiyalar.** Siljish vektoriga perpendikulyar bo'lgan dislokatsiya **chizikli dislokatsiya** deyiladi. Masalan, biror kristallga siljish vektori buylab tashki kuch ta'sir ettirilgan va bu kuch ta'sirida sirpanish tekisligida atomlar bir parametr siljigan bo'lsin. Siljish sirpanish tekisligining boshidan oxirigacha emas, balki uning AVSD kismida sodir bo'lib, tekislikning kolgan kismida sodir



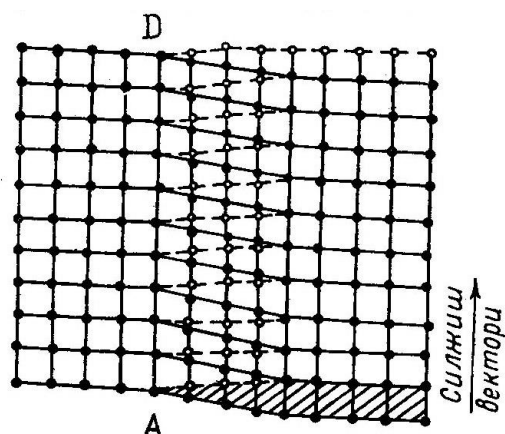
bo'lmagan deb faraz qilaylik (rasmga qarang).

Siljish zonasining siljish vektoriga perpendikulyar bo'lgan AD chegarasi chizikli dislokatsiyadir.

**Burama dislokatsiyalar.** Burama dislokatsiyada atomlarning siljish yunalishi siljish vektoriga parallel buladi. Bunday dislokatsiyani quyidagi misolda



Бурама дислокация ҳосил бўлиш схемаси.



- - *T* текислик устидаги атомлар
- - *T* текислик остидаги атомлар

-- Бурама дислокацияли кристаллнинг тузилиш схемаси.

tushuntirib beraylik. Bir kristall olib, uning ozrok joyini *T* tekislik bo'ylab kesaylikda, kesilgan kismining birini ikkinchisiga nisbatan panjaraning bir parametriga teng oralikka siljish vektoriga parallel tarzda siljitaylik (rasmga qarang). Bunday qilinganda atomlarning gorizonta tekisliklari bir qadar egiladi va ulardan xar birining cheti shu tekislikka eng yakin tekislikning cheti bilan tutashadi. Natijada, kristallning shakli vint bo'yicha buralgan bitta sirpanish tekisligidan xosil bo'lgandek ko'rinadi.

Xosil bo'lgan bu dislokatsiya burama dislokatsiyadir. Burama dislokatsiyali kristallning tuzilish sxemasi rasmda tasvirlangan. *AD* chizik **burama dislokatsiya uki** deyiladi. Bu uk siljish vektoriga paralleldir.

**Dislokatsiyalarning surilishi.** Dislokatsiyalar ikki yul bilan surilishi mumkin; bo'lardan biri sirpanish yuli bilan surilish bo'lsa, ikkinchisi diffuziya yuli bilan surilishdir.

**Dislokatsiyalarning diffuziya yuli bilan surilishi.** Siljish vektoriga perpendikulyar bo'lgan dislokatsiyalargina diffuziya yuli bilan suriladi. Dislokatsiyalarning bunday surilishi uchun kristall panjarada atomlarning va nuktaviy nuksonlarning anchagina siljishi kerak. Dislokatsiyaning diffuziya yuli bilan surilish protsessi ekstratekislikning usishi yoki kiskarishi xisobiga boradi. Masalan, atomlar panjara tugunlaridan ekstratekislik chetiga (dislokatsiyaga) diffuziyalansa, shu atomlar urnida vakansiyalar xosil bo'ladi, buning natijasida esa ekstratekislik usadi va, aksincha, ekstratekislik chetiga vakansiyalar diffuziyalansa, ya'ni u erdan atomlar ketsa, ekstratekislik kiskaradi. Bu ikkala xolda xam dislokatsiya suriladi. Oralik atomlarning (nuktaviy nuksonlarning) dislokatsiyaga diffuzilanishi natijasida xam dislokatsiya suriladi, bunda nuktaviy nuksonlar

yukoladi.

2. Suyuq xolatdagi barcha moddalar sovutilganda okuvganlik qobiliyatini yukotib, qattiq xolatga utadi. Xarxil moddolar uchun bu utish xarxil bo'ladi. Kotishning ikki turi movjud.

**1. Moddalarning kristallanishi.** Suyuk xoldagi modda ma`lum xaroratgacha sovutilganda mayda **kristallanish markazlari**-mayda kristallachalar paydo bo'ladi: tartibli joylashgan va uzoro qattiq bog'langan atomlar, molekulalar va ionlar. Sovib borish natijasida bular enida yangilari paydo bo'ladi va moddaning butun xajmini egallaydi.

**2. Xarorat pasayishi bilan suyuklikning uyushkokligini tez ortishi.** Bu 2 xil bo'ladi:

1) Kristallanish umuman bulmaydi: surguch, mum, smola. Bularni amorf moddolar deyiladi.

2) Kristallanish boshlanmasdan modda kotadi, chunki uyushkoklik ortishi tezligi kristallanish tezligidan ancha katta bo'ladi, shuning uchun kristallanib ulgurmaydi. Bularni oynasimon moddalar deyiladi.

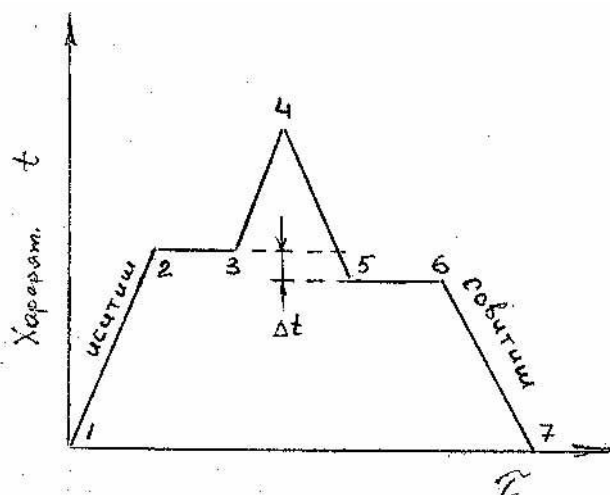
**Molekulalar panjarada** tebranib turadi: lekin uzoro boglanish kuchi ushlab turadi. Kristall yuzasidan chikib ketib, suyuq xolatga utish uchun ma`lum issiklik energiyasini olish kerak. Suyuk fazada modda xajm birligining energiyasi erish xaroratida kristallik fazadagigidan katta bo'ladi.

Bu **ichki energiyalar** farki **nisbiy erish** xaroratiga teng.

Teskarisi, ya`ni kristallanish fakat "suyuk faza-kristall" sistemasidan yukoridagi energiya chikib ketgandan sung boshlanadi.

Notugri fikrlar xam bor: modda kotganda molekulalar yakinlashib boglanish kuchi ortadi va "qattqlikni" ta`minlaydi degan. Suv, vismut, surmalar qotkanda kengayadi-ku: demak molekulalar uzoklashadi, qattiq xolatda, albatta, molekulalar uzaro kuchliroq bog'langan.

SHuning uchun kotish jaraenida xal kiluvchi faktor-bu zarrachalarning issiqlik xarakatlari erkinligining chegaralanganligidir. Bu chegaralanish



zarrachalarning uzoro bog'lanish kuchining ortishi bilan ifodalanadi, bu esa ular kristallda tartibli joylashgandan sung paydo bo'ladi.

Metallarning suyuq xolatdan qattiq xolatga utishi **birlamchi kristallanish** deb ataladi.

Qattiq xolatdagi metallar kristall panjaralarining uzgarishi **ikkilamchi kristallanish** yoki kayta kristallanish deyiladi.

Termodinamikaning ikkinchi konuniga binoan, xar kaday faza uzgarishda vaktida, sistemaning erkin energiyasi kamayadi, ya`ni sistema erkin energiyasi katta bo'lgan bekaror xolatga utishga intiladi.

**Erkin energiya**  $F$  xarfi bilan belgilanadi:

$$F = U - TS,$$

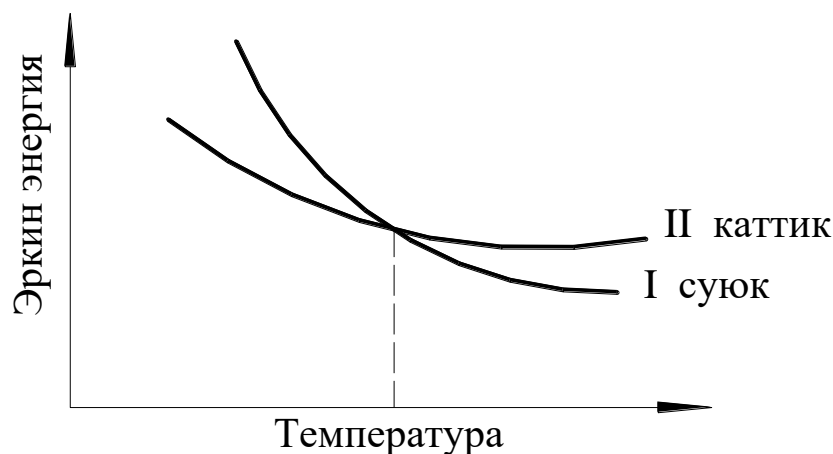
bu erda

$U$  - sistemaning ichki energiyasi,

$T$  - absolyut temperatura,

$S$  - entropiya.

Quyida suyuq va qattiq fazalar erkin energiyasining temperaturaga qarab uzgarish grafigi erkin energiya - temperatura koordinatalarida tasvirlangan. Bu diagrammada I egri chizigi suyuq faza erkin energiyasining uzgarishini, II egri chizigi esa qattiq faza erkin energiyasining uzgarishini kursatadi.  $T_m$  temperaturada suyuq va qattiq faza erkin energiyalari barobar ( $F_{c.f.} = F_{k.f.}$ ) bo'ladi. SHuning uchun  $T_m$  muvozanat temperaturasi deyiladi.



$T_m$ -dan yuqori xaroratda **suyuq fazaning** erkin energiyasi ( $F_c.f.$ ) kichik, qattiq fazaning erkin energiyasi esa katta ( $F_k.f.$ ).  $T_m$ . dan pastda aksincha:  $F_c.f. > F_k.f.$  Binobarin,  $T_m$ .dan yuqori temperaturada qattiq xolatda,  $T_m$ .dan past temperaturada qattiq xolatda bo'lishi kerak.

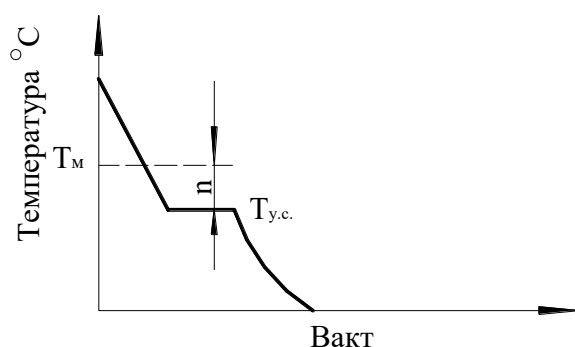
**Suyuq fazaning** qattiq fazaga utish protsessi kristallanish markazlari xosil bo'lishi va bu markazlarining usishi yuli bilan beriladi. Kristallanish markazlari soni kanchalik katta bo'lsa, suyuq faza qattiq fazaga shunchalik tez aylanadi.

Metall bir agregat xolatdan boshka bir agregat xolatga utganda issiklik ajralib chikadi yoki yutiladi, demak, bunday sistemani issiklik xodisasi ruy beradigan sistema deyish mumkin.

Suyuk modda sovitilganda  $T_m$  temperaturada kristallanish jarayoni sodir bo'lmaydi, chunki, bunda  $F_s.f. = F_k.f.$  Suyuk fazani kristallana boshlashi uchun sistemaning erkin energiyasi kamayishi kerak Teskarisi: qattiq fazaning (kristallning) suyuklikka aylanishi uchun esa sistemaning erkin energiyasi ortirishi kerak.

Suyuq fazaning  $T_m$ -dan past temperaturagacha sovishi uta sovish deb, qattiq fazaning  $T_m$ -dan yuqori temperaturagacha kizishi esa, uta kizish deyiladi.

**Nazariy kristallanish** (suyuklanish temperaturasi bilan amaliy kristallanish (suyuklanish) temperaturasi orasidagi ayirma uta sovish darajasi deyiladi va  $n$  xarfi bilan belgilanadi. Masalan, surъmaning nazariy kristallanishi (suyuklanishi) temperaturasi 631 S-ga teng, usha sovish darajasi  $n=41$  S-ga etishi mumkin. U xolda amaliy kristallanish temperaturasi  $631-41=590$  S-ga teng bo'ladi.



Kupchilik metallar uchun kristallanish vakida sovish darajasi juda kichik.

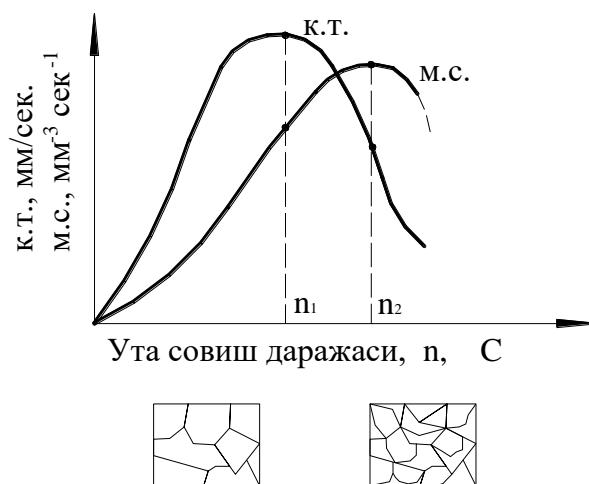
Kristallanish protsessi ikki boskichdan iborat: I-kristallanish markazlari xosil bo'lishi; II-kristallarning usishi (yuqoridagi markazlar atrofida).

Xosil bo'lgan kristallanish markazlari yoklaridan kristallar usa boshlaydi.

SHuni aytish kerakki, kristallanish markazlari xosil bo'lishida suyuq

metalldagi begona zarrachalar xam katta roľ uynaydi: kristallanish markazlari begona zarrachalardan xosil bo'ladi.

Dastlabki paytlarda kristallar uz geometrik shakllarini saklangan xolda bemalol usadi. Usayotgan kristallar bir-birlari bilan uchrashgan joylarda usishdan tuxtaydi va tuskinlik yuk tomonga karab usa boshlaydi. Geometrik shakl buziladi. Bunday kristall donalar kristallitlar yoki poliedrlar deyiladi.



**Uta sovish** darajasi ( $n$ ) ortishi bilan,  $n$ -ning (M.S.) qiymati maksimumga etadi.

$n$  kichik bulganda K.T. va M.S. larning ortishiga sabab shuki, muvozanat temperaturasi ( $T$ )gi yukori bo'lib, suyuq va qattiq fazolar erkin energiyalari fakri katta bo'ladi. Natijada, kristallanish tezlashadi.

$n$  ortishi bilan zarrachalar xarakatlanuvchanligi pasayadi va M.S. va K.T. pasayadi.

Agar M.S. kup, K.T. kichik past bulsa ( $n$ ) xosil buladi. Aksincha, M.S. kam, K.T. yukori bo'lsa ( $n$ ) kristallar xosil bo'ladi.

" $n$ " juda kichik bulsa, muntazam geometrik shakldagi, kristallar xosil bo'ladi. " $n$ " bir kadar kattarok bo'lsa, kristallar dendrit shaklini oladi. (kristallar, asosan fazoviy kristall panjaraning asosiy uklariga mos yunalishda usadi) " $n$ " ancha katta bulsa, sferoid shaklidagi kristallar xosil bo'ladi.

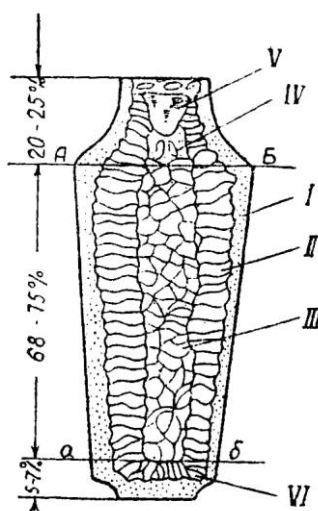
Kuyma strukturasi 3 zonadan iborat. I - zona mayda donali zona, tartibsiz joylashgan mayda dendrit - kristallardan iborat. Suyuq metallning kolip devorlari tegib turgan joylarida sovish tezligi va uta sovish darajasi boshka joylariga nisbatan ancha katta. SHuning uchun bu zonada **mayda dendrit** zarralari xosil bo'ladi. Xajm

tomondan

I - zona katta emas.

II - zona, **uzunrok kristallar** zonasi mavjud yunalishda - mayda donali zona (qobiq) tomon joylashgan kristallardan iborat. Bu zonada sovish tezligi pasayadi: 1 – zona

issiklik chikishiga karshilik kursatadi. Uta sovish darajasi pasayadi, demak, kristallar issik chikib ketish yunalishi buyicha uzunrok kristallar usa boshlaydi.



III - zona, teng ukli kristallar zonasi **tartibsiz yunalgan yirik kristallardan** iborat. Issiklik chikib ketadigan yunalish yuk, sovish tezligi eng past.

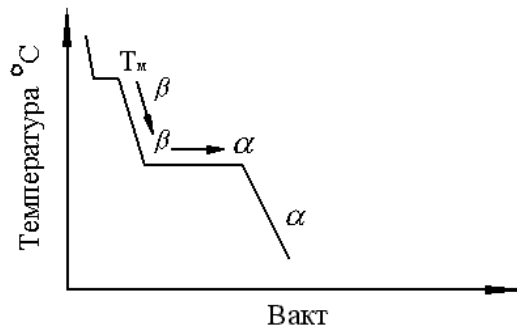
Kuymaning eng zich zonasi ikkinchi zona, uning mexanik xossalari eng yukori, ammo quyma bosim bilan ishlanganda uzunrok kristallarning tutashgan joylari plastik deformatsiyaga eng kam qarshilik kursatadi va metall ana shu joylaridan yoriladi.

**Qattiq xolatdagi metallar kristall panjaralarining uzgarishi ikkilamchi kristallanish yoki kayta kristallanish deb ataladi.** YUkoridagi uzgarishlarga allotropiya xodisasi kiradi. Allotropiya temir, kalay, titan, marganets, kobalt va boshka metallar orasida tarkalgan.

Barkaror - real mavjud bo'la oladigan panjara erkin energiya zapasi eng kam panjaradir. Masalan, qattiq xolatda litiy, kaliy, tseziy, volfram va boshqalarning kristall panjarasi xajmi markazlashgan kub; beriliy, tsirkoniy va boshka ba`zi metallariniki esa geksoanal panjaralaridir.

Bir qator xollarda temperatura va bosimning uzgarishi bilan ayni bir

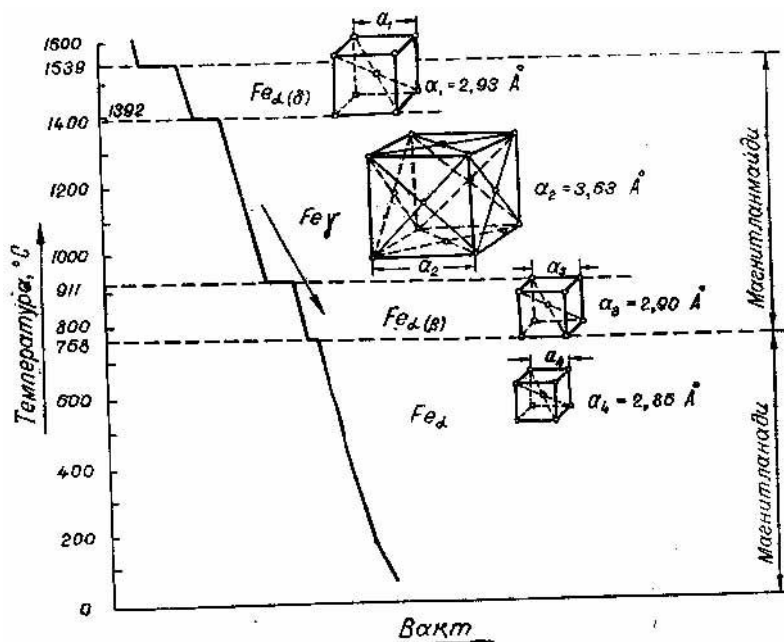
metallning kristallik panjarasi xam uzgaradi, ya`ni u qayta kristallanadi.



Temirning kristall panjarasi xajmi markazlashgan kub bulishi xam, eklari markazlashgan kub bo`lishi xam mumkin.

Qayta kristallanish vaktida uzgarmas temperaturada issiklik yutadi, bu kizdirilganda. Sovitilganda esa, nazariy jixatdan olganda, kizdirilgandagi kabi uzgarmas temperaturada issik ajralib chikadi.

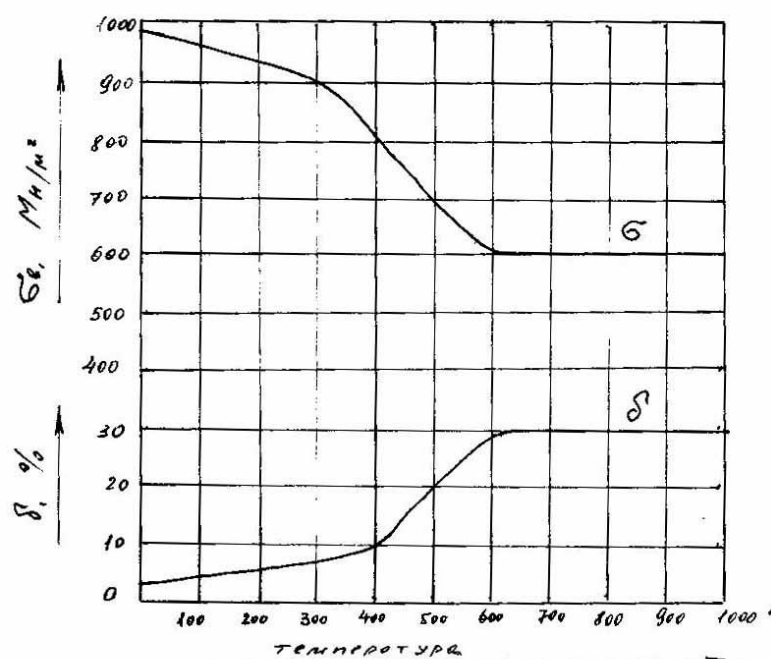
Toza temir  $t_{erish} = 1539^{\circ}S$ . Kotaetgan temirda xar bir qritiq nuqtada allotropik uzgarish bo`ladi.



1. Metallga biror kuch ta`sir ettirilganda shu metall geometrik shaklining uzgarishi **deformatsiya** deyiladi. Deformatsiya natijasida kristallik panjara uzgaradi, ya`ni panjara tugunlaridagi atomlar uz urnidan siljiydi.

**Makroxajmdagi kuchlanish** (1-tur) katta bo`lsa, detalni bir kismi etarli eyilib, xajm kamayishi natijasida detal muvozanati buziladi (sinadi, egiladi...), ya`ni deformatsiyalanadi.

Ayrim donalar xajmidagi kuchlanishlarga metallning deformatsiyasi uchun sarf kilingan energiyaning xisobga olmasa xam bo`ladigan darajadagi kismi tugri keladi. (S. S. SHteynberg 1% gasi). Binobarin, plastik deformatsiya jarayonida metall xossalarning uzgarishi uchinchi - 3 tur kuchlanishlardan, ya`ni kristall panjaraning buzilishidan kelib chikadi.



Plastik deformatsiyalangan metall termodinamik jixatdan ancha bekaror buladi, chunki erkin energiya darajasi yukori bo`ladi. Metallni struktura jixatdan barkaror xolatga kaytaruvchi xodisalar bo`lishi kerak. Bunday xodisalar jumlasiga siljish natijasida buzilgan kristall panjarani asliga kaytaruvchi xodisalar va donalarning usish xodisalari kiradi. Atomlar juda kichik oralikka siljigani uchun,

kaytaruvchi xodisalar yukori xarorat talab kilmaydi. Uncha yukori bo'lmagan temperaturayok buzilgan kristall panjarani asliga kaytaradi va metallning dastlabki mexanik xossalari bir kadar tiklanadi. Bu temir uchun 300-400°S.

Deformatsiyalangan metallni kizdirish jarayonida shu metall xossalarining deformatsiyalanishdan oldingi xoliga kelishi rekristallanish – kaytish yoki xordik deyiladi. Bunda metallning qattiqligi va puxtaligi 20-30% pasayadi, plastikligi ortadi.

**Kaytish protsessida** metallning ichki tuzilishi uncha uzgarmaydi, shu sababli mexanik xossalari tula tiklanmaydi. Ba'zi fizik xossalari to'la tiklanadi: elektr utkazuvchanligi. Barcha xossalarni tula tiklash uchun yukorirok temperaturagacha qizdirish kerak.

Plastik deformatsiyalangan metall kristall panjarasining buzilishi notekis tarkalgan; shunday joylari bo'ladiki, bu joylarda ichki kuchlanishlar kontsentratsiyasi ayniksa yuqori, erkin energiya darajasi ortiq bo'ladi. SHu joylar termodinamik jixatdan eng bekaror bo'ladi, metall kizdirilganda aynan shu joydagi kristall panjalar xammadan oldin tiklana boshlaydi va kristall panjarasi tiklanmagan kismalar xisobiga o'sa boshlaydi. Kristall panjarasi uz xoliga kelgan mikroaxjmlar yangi donalar usadigan markazlar bulib koladi. Bunday markazlar xosil bo'lishi va ularning buzilgan kristallar xisobiga usishi rekristallanish deb ataladi. Bunda deformatsiyalanishdan oldingi donolar xosil bo'ladi - metall yangidan kristallanadi.

**Rekristallanish** temperaturasi bilan suyuqlanish temperaturasi orasida kuyidagi bog'lanish bor:

$$T_{\text{rekr}} = \alpha \cdot T_{\text{suyuk}}$$

$\alpha$  - metallning tozaligi bog'lik koeffitsient.

Texnik toza metallar uchun  $\alpha = 0,3-0,4$ .

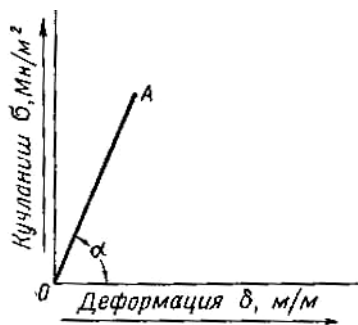
Kotishmalarning rekristallanish temperaturasi ancha yukori:  $\alpha = 0,8$  gacha boradi. Masalan, tarkibida 0,5% uglerod bo'lgan po'latning suyuqlanish temperaturasi ~ 1500°C ga teng, rekristallanish temperaturasi  $T_{\text{rekr}} = 0,8 \cdot 1500 = 1200^{\circ}\text{S}$ .

Rekristallanish temperaturasidan yuqori temperaturalarda sodir bo'ladigan plastik deformatsiya natijasida metall kristall panjarasidagi atomlar siljisa va metall puxtalansa-da, ammo shu temperaturada bo'ladigan rekristallanish protsessi bu puxtalikni yuqotadi.

Rekristallanish temperaturasidan yuqori temperaturada ishlash - qizdirib bosim bilan ishlash (goryachaya obrabotka) deyiladi. Pastrok temperaturada ishlash - sovuqlayin bosim bilan ishlash deyiladi.

**Normal temperaturada** metalning deformatsiyasi uchboskichdan iborat: 1 - elastik deformatsiya, 2 - plastik deformatsiya, 3 - emirinish - buzilish (razrushenie).

**2.Elastik deformatsiya** - metallga ta`sir ettirilgan kuch olingandan keyin metall asli xoliga (shakliga) kaytishi. Metallning chuzilishdagi elastik deformatsiyalanishi bilan kuchlanish orasida chizikli bog`lanish bor.



Bu bog`lanish **proportsionallik konunini** - Guk konuni deyiladi.

$$\sigma = E \cdot \delta; \text{ kg/mm}^2$$

$\sigma$  - normal kuchlanish;

$E$  - proportsionallik koeffitsienti. Legirlangan va uglerodli po`latlar uchun  $E = 210 \text{ MPa}$ .

$\delta$  - deformatsiya - nisbiy uzayish.

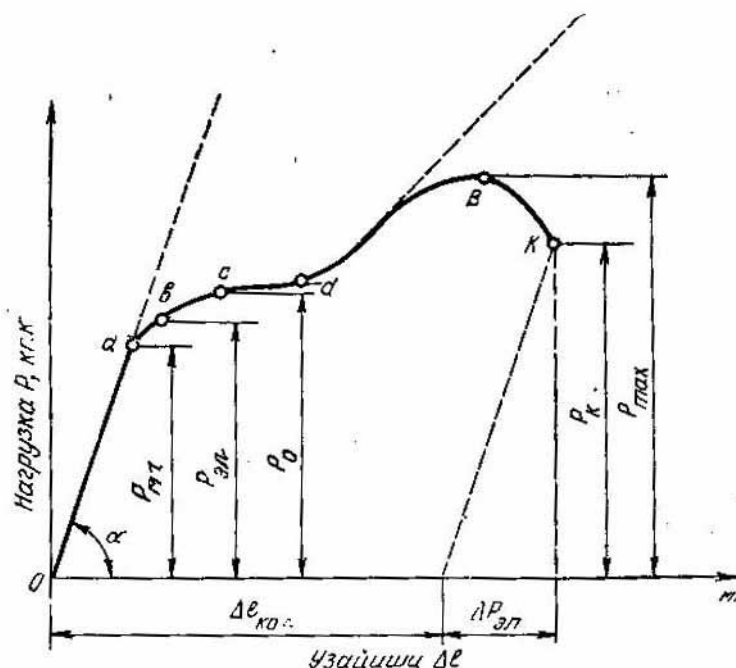
Proportsionallik koeffitsienti ( $E$ ) - YUng moduli, - **elastiklik moduli** deb xam ataladi.

$$E = \sigma / \delta = \text{tg } \alpha.$$

Metallning elastik xossalari ma`lum chegaragacha soklanib qoladi, kuchlanish bu chegaradan ohsa elastiklik yuqoladi. Bu chegara elastiklik chegarasi deyiladi. Qoldiq deformatsiya 0,002% ortiq bo`lmasligi kerak.

**Proportsionallik chegarasi** xam bor. Bunda yuqoridagi chizikli bog`lanish, chizikligdan 0,002% ga okkaniga aytiladi. Kupchilik po`latlar va alyuminiy

kotishmalari uchun proportsionallik (mutanosib) va elastik deformatsiya chegaralari amalda bir chegarada - bir xil.



$R_{pr}$  - proportsionallik chegara yuklamasi. Mutanosiblik.

$R_{el}$  - elastik uzayishning chegara yuklamasi. Turli metallar uchun bunda qoldiq deformatsiya 0,005 - 0,005% orasida bo'ladi.

Agar namunaning tajribadan oldingi kundalang kesim yuzasi  $F_0$ ga teng bulsa, materialning proportsionallik va elastiklik chegara kuchlanishlari kuyidagicha aniklanadi.

$$\sigma_{pr} = R_{pr}/F_0; \quad \sigma_{el} = R_{el}/F_0 \text{ kg/mm}^2.$$

Kuyilgan yuklama ortib, S nuqtaga kelsa, yuklama deyarli ortmasa-da namuna uzayaveradi. Bunga okuvchanlik chegarasi deyiladi. Bu xolda qoldiq deformatsiya 0,2% ga teng. Okuvchanlik chegaradagi kuchlanish:

$$\sigma_{pr} = R_0/F_0 \text{ kg/mm}^2.$$

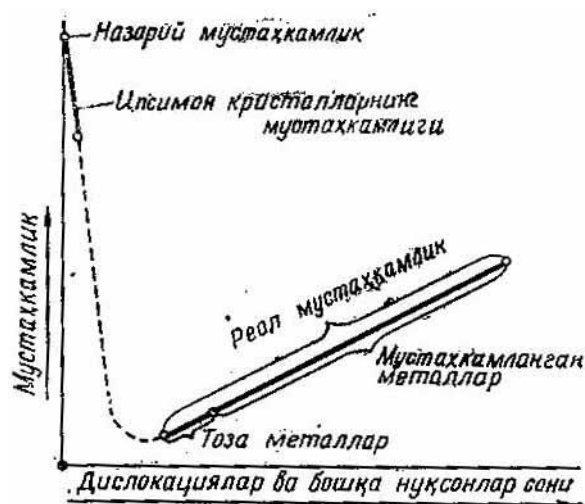
Kuyilgan yuklama  $R_{max}$  ga etganda (V nuqtada)  $R_{max}$  kiymatga kelganda namunada buyicha xosil bula borib, u  $R_k$  yuklamada (K nuqtada) uziladi. Namunaning chuzilishga muvakkat kuchlanishi - mustaxkamligi - puxtaligi - karshiligi.

$\sigma_{pr} = R_{max}/F_0$  kg/mm<sup>2</sup>. Mustaxkamlik chegarasi.

Plastik deformatsiya vaktida metallning kristallik panjarasi buzilibgina qolmasdan, balki unda donalar muayyan tartibda joylashib xam qoladi, bu xodisa **teksturalanish** deb ataladi.

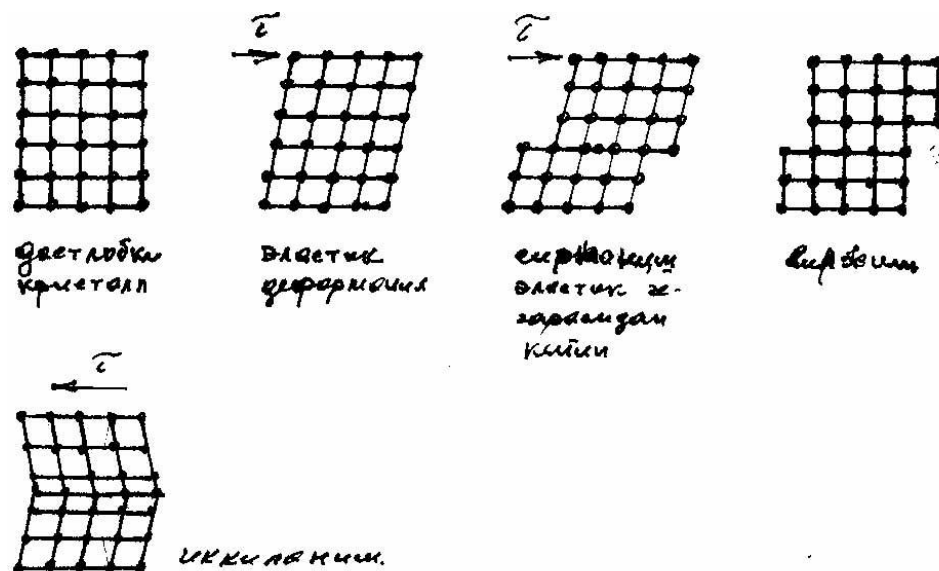
Teksturalanish darajasi deformatsiya darajasiga boglik.

Dislokatsiyasiz metallning puxtaligi nazariy puxtaligiga yakinlashadi. Puxtalikni oshirishni boshka arzon usuli xam bor. Dislokatsiyalar sonining ortishi metall mustaxkamligini ma`lum paytgacha pasaytiradi. Dislokatsiyalar soni (zichligi) ma`lum qritiq kiymatga etganda, metall puxtaligi real minimum kiymatga ega. Agar dislokatsiyalar zichligi yana oshirilsa, metall puxtaligi yana kutariladi. Sabab shuki, bir-biriga parallel dislokatsiyalar xosil bo`libgina qolmay, balki xar xil tekisliklarda va xar xil yunalishlarda xam dislokatsiyalar xosil bo`ladi. Bular bir-birlarining siljisiga xalakit berib, metallning real puxtaligini oshiradi.



**Dislokatsiya** nima? Metallning atomlar siljigan (sirpangan) soxasi bilan atomlar siljimagan soxasi orasidagi chegara dislokatsiya deb ataladi.

Plastik deformatsiya kristallik panjarada atomlarning siljishi bilan bog`liq, natijada kristallning bir kismi ikkinchisiga nisbatan suriladi. Plastik deformatsiya sxemalari:



Nazariy (ideal) kristallarda (strukturasida nuksoni yuk) sirpanishni vujudga keltirish uchun juda katta kuch kerak:

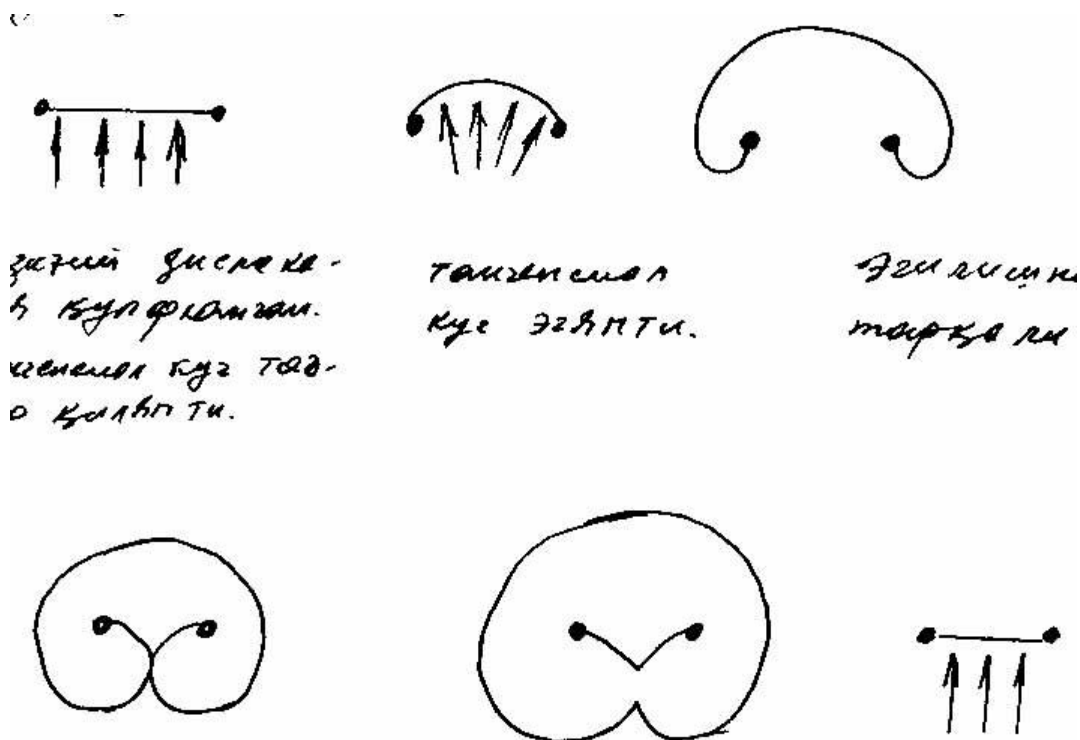
$$\tau = G/(2\pi) = 0,16G;$$

G - sirpanishdagi elastiklik moduli.

Real kristallarda sirpanish uchun buncha nisbatan 1000 marta kam kuch sarflanadi. Sababi: nuksonlarning mavjudligi.

Real kristallarda dislokatsiyalar zichligi katta:  $10^7 \dots 10^8 \text{ sm}^{-2}$ . Xar bir sirpanish tekisligiga bir necha un dislokatsiya mavjud. Bularning xarakati materialning plastik okishiga olib keladi.

Bundan tashkari dislokatsiyalar zichligi boshka manbaalar xisobiga xam ortadi: daraja  $10^{11} \dots 10^{12} \text{ sm}^{-2}$  gacha boradi. Manbaalardan biri Frank-Rid manbaasidir. Uning ta`siri quyidagicha:



**Real metall va kotishmalarda zarrachalar bir-birlariga nisbatan xar-xil yunalishda joylashgan. Xar-bir zarrachalarning chegaralari dislokatsiyalar chikishi uchun tusik.**

Dislokatsiyalar shu tusiklar - zarrachar chegaralarida yigiladi. Zarrachalarning xar-xil joylashganligi, ularning deformatsiyalarini xam xar-xil bo'lishga olib keradi. Chunki quyilgan nisbatan oson sirpanish tekisliklari va ularning yunalishlari xar xil.

**Deformatsiya bir necha sirpanish tizimlari bo'yicha bo'ladi; sirpanish tekisliklari buraladi, egiladi. Kuyilgan tashki kuch ortgan sari zarrachalarning bir-biriga nisbatan joylashish farqlari kamayadi,- kuch kuyilgan yunalish buyicha chuziladilar va deformatsiya teksturasini tashkil kiladilar.**

Zarrachalarda sirpanishlarning kupligi, dislokatsiyalar zichligini ortishi - kupayishi, kristallik strukturadagi nuktaviy nuksonlarning ortishi materialni puxtalanishga olib keladi; bu xodisaga "naklep" deyiladi. Bunda oquvchanlik chegarasi oshib, plastikligi pasayadi.

Bu xodisa ma'lum chegaragacha bo'ladi: kuch ortavergach, ma'lum chegaradan boshlab metallda darzlar paydo bo'lib metall buziladi. Darzlar dislokatsiyalar yigilgan erda paydo bo'ladi.

S. S. SHteynberg tadqiqotlariga kura, metallni deformatsiyalash uchun sarf kilingan energiyaning 90% issiklik energiyasi tarzida ajralib chikadi, 10% metallda ichki kuchlanish xosil kiladi. Ichki kuchlanish 3 turga bulinadi: 1 - tur kuchlanishlar makroxajmlarda, ya`ni butun metall xajmida, 2 - tur kuchlanishlar ayrim donalar - zarrachalar xajmida, 3 - tur kuchlanishlar esa ayrim kristall panjaralar doirasida muvozanatlashadi. 3 - tur kuchlanishlar ta`sirida kristall panjara buziladi - atomlar muvozanat xolatidan siljiydi.

# Injinerlik materiallari qora metallar.

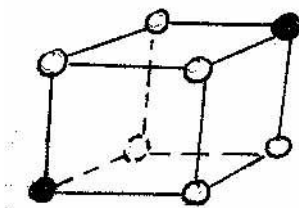
## Fe-C holat diagrammasi.

Birikmalar (struktura) 3 xil buladi:

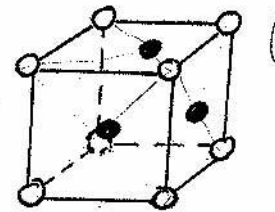
1. Ximikaviy birikma.
2. Qattiq erishma.
3. Mexanik aralashma.

Ximik birikmada komponentlar ximiyaviy reaksiya natijasida bo'ladi va formula bilan ifodalanadi.

Qattiq eritma - asosiy metall atom kristallik reshetkasiga (erituvchi) ikkinchi jins (eruvchi) atomi kiradi.



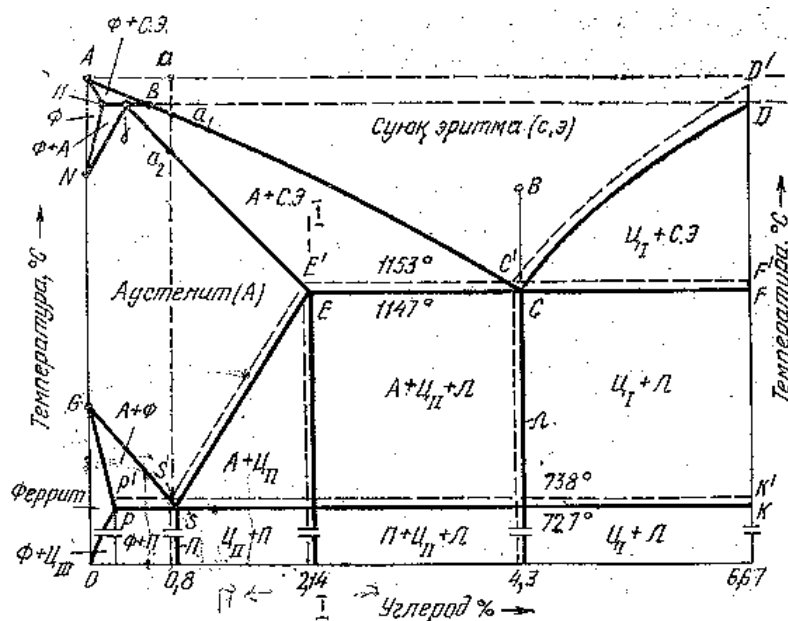
Ўрик олш



суқилиб крш

Mexanikaviy aralashma - ma'lum komponentlarining kristallari birlarni bilan mexanikaviy aralashadi.

## ТЕМИР-УГЛЕРОД DIAGRAMMA XOLATI.



**Austenit** - uglerodning  $Fe_\gamma$  temirdagi qattiq eritmasi (sukilib kirish).

**Ferrit** - uglerodning  $Fe_\alpha$  temirdagi qattiq eritmasi (sukilib kirish).

**Perlit** - ferrit va tsementit kristallarining mexanikaviy aralashmasi - evtektoid.

**Ledeburit** - austenit va tsementit kristallarining mexanikaviy aralashmasi - evtektika.

**Po`latda uglerod mikdori 2,14% gacha bo`ladi.**

**CHuyanda uglerod mikdori 2,14% dan yukori.**

Agar uglerod mikdori 0,8% gacha balsa - bunday po`lat **evtektoid** gacha bulgan po`lat, 0,8% dan kup balsa, evtektoiddan keyingi po`lat deyiladi.

Agar uglerod 4,3% gacha balsa chuyan **evtektika** gacha, kup balsa, evtektikadan keyingi chuyan deyiladi.

Barcha metallarning kora va rangdor metallarga bulinishi urta maktab ximiya kursidan ma`lum. Kora metallarga, asosan, temir va uning kotishmalari kiradi. Temir kotishmalaridan eng muximlarini xozirgi zamon mashinasozligining asosi bo`lgan **po`lat** bilan **chuyan** tashkil etadi. Po`lat bilan esa **temir - uglerod kotishmalari** deb ataladi.

Odatda, temir xech kachon mutlako toza xolatda bo`lmaydi, unga xamma vakt boshka elementlar aralashgan bo`ladi. Xozirgi vaktida ilmiy tekshirish ishlari uchun tarkibida 0,01% va, xatto, undan xam kam kushimchalar buladigan temir xosil kilish usuli topilgan. Bunday temirni tekshirishga juda kamdan-kam xollardagina extiyoj tugiladi. Kupchilik xollarda **texnika temiri** (ba`zan armko temir) deb ataladigan temir tekshiriladi, bunday temir esa xozir marten pechlarida kup mikdorda xosil qilinadi. Texnika temirining tarkibida 0,1 - 0,2% undan ortiq elementlar bo`ladi.

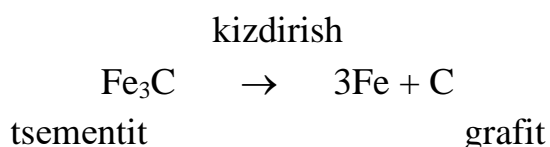
Temir yumshoq, plastik, kul rangrok tusda tovlanadigan ok metall bo`lib, 1539°S da suyuqlanadi.

Qattiq xolatda temirning ikkita modifikatsiyasi (allotropik shakl uzgarishi) bo`ladi, bular  $\alpha$ -temir ( $Fe_\alpha$ ) va  $\gamma$ -temir ( $Fe_\gamma$ ) dir. Temirning sovish egri chizigi va  $\alpha$ -temir bilan  $\gamma$ -temirning kristall panjarasi rasmda tasvirlangan.

$\alpha$ -temir temperaturalarning ikki oraligida: 911°S dan past temperaturalarda va 1392 dan 1539 °S gacha temperaturalarda mavjud bula oladi. Buning sababi shuki, temirning erkin energiyasi (F) mikdori temperaturaga karab ma`lum darajada uzgaradi: 911°S dan past temperaturalarda  $\alpha$ -temirning erkin energiyasi  $\gamma$ -temirnikidan kam, 1392°S dan yukori temperaturalarda esa ortik buladi. 911°S bilan 1392°S temperaturalar oraligida temir atomlarining yoqlari markazlashgan kub tarzida joylashuvi sababli erkin energiyasi kamrok bo`ladi, shuning uchun temir kizdirilganda 911°S temperaturada  $\alpha$ -temir  $\gamma$ -temirga, 1392°S temperaturada esa  $\gamma$ -temir  $\alpha$ -temirga aylanadi. 1392°S va undan yuqori temperaturadagi  $\alpha$ -temir, ba`zan,  $\delta$ -temir deyiladi. Ammo temirning bu modifikatsiyasi yangi bir shakl uzgarish emas.

$\delta$ -temir 768°S va undan past temperaturadagi  $\alpha$ -temirdan fakat kristall panjara parametrlari jixatidagina fark qiladi (rasmga qarang). Baʼzi metallarda, shu jumladan temirda xam, yaxshi magnitlanish xossasi boʻladi. Temirning bu xossasi **ferromagnitlik xossasi** deyiladi. Ammo temir kizdirilgan sari uning ferromagnitlik xossasi sekin-asta pasayib, maʼlum temperaturada butunlay yuqoladi.

**Tsementit** Fe<sub>3</sub>C- temirning uglerod bilan xosil qilgan ximiyaviy birikmasi, yaʼni temir karbidi boʻlib, uning tarkibida 6,67% uglerod boʻladi. Tsementit juda qattiq modda - uning qattiqligi Brinель buyicha 800 ga teng (NV=800), plastikligi esa, amaliy jixatdan olganda, nolga baravar ( $\delta=0\%$ ). Tsementit suyuqlanish temperaturasi 1600°S chamasidadir. Past temperaturalarda tsementitda kuchsiz magnitlanish xossasi boʻladi, uning bu xossasi 217°S temperaturada yuqoladi. Tsementit barkaror birikma emas - kizdirilganda parchalanib, undan grafit ajralib chikadi:



Tsementitning kristall panjarasi juda murakkabdir (109-rasm).

Temir-uglerod kotishmalari shartli ravishda ikki komponentli kotishmalar jumlasiga kiritiladi. Uglerodning temir bilan birikib, ximiyaviy birikma - tsementit Fe<sub>3</sub>C xosil kilishi mumkinligi yuqorida aytib utilgan edi. Bundan tashkari, kotishmada uglerod erkin xolda, yaʼni grafit tarzida xam boʻlishi mumkin. Tsementitning parchalanishi natijasida xam grafit xosil boʻla oladi. Demak, temir-uglerod kotishmalarining ikki xil sistemasi - tsementitli va grafitli sistemalari mavjud. Bu sistemalardan biridagi komponentlar temir bilan tsementit (Fe-Fe<sub>3</sub>C) boʻlsa, ikkinchisidagi komponentlar temir bilan grafit (Fe-C) dan iborat.

Fe-Fe<sub>3</sub>C sistemasining xolat diagrammasi rasmda tasvirlangan. Rasmda Fe-C sistemasining xolat diagrammasi punktir chiziklar bilan kursatilgan.

Fe-C sistemasi barkarordir, shuning uchun u **stabil sistema** deb ataladi.

Diagramma ABCD chizigi **likvidus** chizigi boʻlib, AHJECF chizigi **solidus** chizigidir. Bu chiziklarning xarakteri diagrammaning murakkab ekanligini kursatadi.

Diagrammaning ECF chizigida (1147°S da) evtektik reaksiya boradi. Bu reaksiya natijasida esa tarkibi S nuktadagi kabi suyuq kotishmadan austenit bilan tsementitning evtektik aralashmasi xosil boʻladi. Bu aralashma **ledeburit** deb ataladi va L bilan belgilanadi.

Diagrammaning PSK chizigida (727°S da) evtektoidaviy reaksiya boradi, bu reaksiya natijasida tarkibi S nuktadagidek austenitdan ferrit bilan ikkilamchi tsementitning evtektoidaviy aralashmasi xosil boʻladi. Bu aralashma **perlit** deb

ataladi va P bilan belgilanadi.

Uglerod va boshka elementlarning  $\alpha$ -temirdagi eritmasi **ferrit** deb,  $\gamma$ -temirdagi eritmasi esa **austenit** deb ataladi.

**Ferrit.** Ferrit  $F$ ,  $\alpha$  yoki  $Fe\alpha(C)$  bilan belgilanadi.  $727^{\circ}S$  temperaturada uglerodning  $\alpha$ -temirda erishi mumkin bo'lgan eng kup miqdori 0,02% ga teng. Temperatura  $727^{\circ}S$  dan kutarilganda  $\alpha$ -temirda eriydigan uglerod miqdori kamayib boradi va  $911^{\circ}S$  da nolga teng bo'ladi; temperatura pasayganda xam uglerodning  $\alpha$ -temirda eriydigan miqdori kamayib boradi va uy temperaturasida taxminan 0,008% (0,01%) ga teng bo'lib qoladi.

Ferrit yumshoq, plastik fazadir; uning kristall panjarasi xajmi markazlashgan kub. Ferritning mexanik xossalari quyidagicha:  $NV=80$ ;  $\sigma_b=250Mn/m^2$ ;  $\delta=50\%$ ;  $\psi=80\%$ .

Mikroskop ostida ferrit bir jinsli poliedrik donalar tarzida kurinadi.

**Austenit.** Austenit  $A$ ,  $\gamma$  yoki  $Fe\gamma(C)$  bilan belgilanadi. Austenit  $Fe-Fe_3C$  xolat diagrammasida NJESGN soxani ishgor etadi. Uning kristall panjarasi yoqlari markazlashgan kubdir (rasmga qarang, b). Kristall panjarasining parametrlari austenit tarkibidagi uglerod miqdoriga qarab uzgaradi va  $3,63$  dan  $3,68A^{\circ}$  gacha bo'ladi.

YUqorida kurib chikilganlarga asoslanib, po'latlarni uch gruppaga bo'lish mumkin. Birinchi gruppaga **evtektoidgacha bo'lgan** - tarkibidagi uglerod miqdori 0,8% dan kam po'latlar, ikkinchi gruppaga **evtektoid** - tarkibida 0,8% chamasi uglerod bo'lgan po'lat, uchinchi gruppaga esa **evtektoiddan keyingi**, ya'ni tarkibidagi uglerod miqdori 0,8 dan 2,14% gacha bo'lgan po'latlar kiradi. Evtetoidgacha bo'lgan po'latlar ferrit bilan perlitdan, evtektoid po'lat fakat perlitdan, evtektoiddan keyingi po'latlar esa perlit bilan tsementitdan iboratdir.

Tarkibida 2,14% dan ortiq uglerod bo'lgan kotishmalar **chuyan** deb ataladi.

$Fe-Fe_3C$  sistemasida uglerod ximiyaviy birikma ( $Fe_3C$ ) tarkibiga kirgan xolda bo'ladi va tarkibida 2,14% dan ortiq uglerod bo'lgan kotishmaning siniq joyi yaltiroq ok tusda kurinadi, shuning uchun bunday kotishmalar **ok chuyan** deyiladi.

Tarkibida 4,3% dan kam, ammo 2,14% dan ortiq uglerod bo'lgan kotishmalar **evtektikkagacha bo'lgan chuyanlar** deb, tarkibida 4,3% uglerod bo'lgan kotishma **evtektik chuyan** deb, tarkibida 4,3% dan ortiq uglerod bo'lgan kotishmalar esa **evtektikadan keyingi chuyanlar** deb ataladi.

## Metalurgiya asoslari. Qora metall ishlab chiqarish.

### Chuyanlar klassifikatsiyasi.

Chuyanlar asosan 2 guruxga bulinadi:

1. Quyma chuyanlar.
2. Qayta ishlanuvchi chuyanlar

Uz navbatida kuyma chuyanlar uglerod formasiga karab 3 xil bo'ladi:

- a) kuymalar uchun plastinkasimon grafitli (kulrang);
- b) sharsimon grafitli chuyan (yukori puxtalikdagi);
- v) bolgalanuvchi chuyan.

Kulrang chuyan juda kup tarkalgan, chunki suyuq xolda okuvchanligi kuchli-yuqori; fizika-mexanikaviy va antifriktsion xossalari yaxshi-yukori; arzon. Bunday chuyanlarning vaktincha karshiligi yukori (100-450 Mpa), kattikligi kup (NV=140 ÷ 283), nisbiy uzayishi kam (0,2 ÷ 0,5%). Kulrang chuyanning plastikligi past, shuning uchun ulardan zarbiy kuchlarda ishlaydigan mashina detallari ishlanmaydi. Ammo kisilib ishlashga yaxshi ishlaydi; titrashni kamaytiradi, xar xil tilinish(podrez)ni pisand kilmaydi.

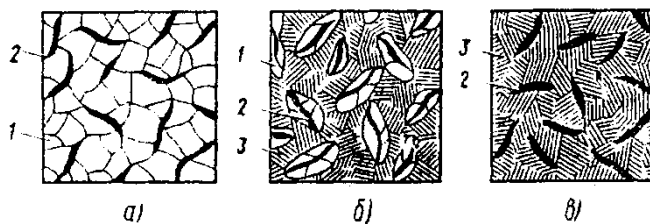
YUqoridagi xususiyatlari tufayli kulrang chuyan kup kullaniladi: ulchami 2 ÷ 500 mm, ogirligi buyicha 10 gr.dan 250 t.gacha. Masalan: stanoksozlikdagi stanok kismlarining 80%.

Markirovkasi: SCH-25, SCH-серыы chugun, 25-chuzilishdagi vaktincha karshiligi ( $\text{kg/mm}^2$ )  $25 \text{ kg/mm}^2 = 250 \text{ Mpa}$ .

Metall tarkibiga karab kulrang chuyanlar:

- 1 Ferritli
- 2) Perlit-ferritli
- 3) Perlitli buladi.

Umuman, kulrang chuyanda uglerod erkin grafit tarzida bulib,plastinka formasida buladi.



### Kuymalar uchun plastinkasimon grafitli chuyan:

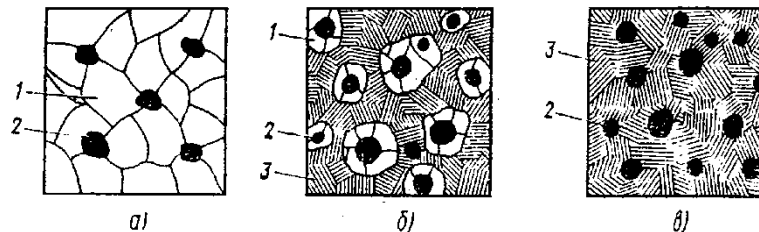
- a) ferritli; b) perlit-ferritli; v) perlitli.

1 – ferrit; 2 – plastinkasimon grafit; 3 – peroit.

Bunday chuanlarda grafit shar formasida buladi. Buni olish uchun magniy yoki tseriy bilan modifikatsiya kilinadi, sungra ferrosilitsiy bilan modifikatsiya kilinadi. Belgilanishi: ВЧ38-17-ИЧ120-4 (ximiyasi В-в 9 xil) ВЧ–высокопрочный чугуи – yukor (juda) puxta chuan, 38-vaktincha karshiligi, 17-nisbiy uzayishi.

Mexanikaviy xossalari yukori: vaktincha karshiligi nisbiy uzayishi  $-2+17\%$ , kattikligi  $NV-137+360$ . Bunday chuanlar ishkalanishda kam yoyiladi. Kam zanglaydi, issika chidamli boladi. SHuning uchun xatto po`latlar urnida xam ishlatiladi.

Strukturasiga karab 3 xil bo`ladi. Uglerod erkin grafit tarzida bo`lib sharsimon formasida bo`ladi.



**SHarsimon grafitli (yukori puxtaligidagi) chuan mikrostrukturasi:**

a) ferritli; b) perlit-ferritli; v) perlitli

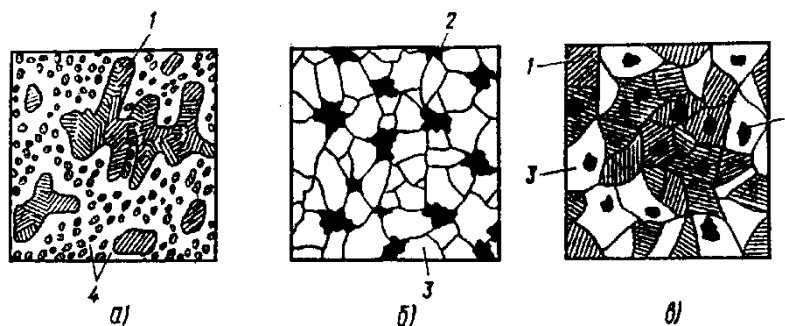
1 – ferrit; 2 – sharsimon grafit; 3 – perlit

Boglanuvchi chuan ok chuan kuymasining uzok vakt davomida yumshatish bilan olinadi.

Belgilanishi: КЧ37-12-КЧ63-2 (9xil buladi). КЧ-kovkiy chugun; 37-vaktincha karshilik; 12-nisbiy uzayish.

Boglanuvchi chuaning vaktincha karshiligi katta –  $\sigma_v=300-600$  Mpa, nisbiy uzayishi xam kup –  $\delta = 2\div 12\%$ ; Qattiqligi yukori  $NV=149\div 269$ ; Ishkalanib eyilishga karshiligi katta, zarbiy karshiligi, yaxshi kirkib ishlanadi.

Strukturasiga karab ikki xil bo`ladi. Grafit bodrok nusxa.



**Ok (a) va bolgalanuvchi (b,v) chuyanlarning mikrostrukturasi:**

1 – perlit; 2 – otjig grafiti; 3 – ferrit; 4 – tsementit.

### **TAYANCH SUZLAR VA IBORALAR.**

Konstruktsion po`latlar. Uglerodli. Legirlangan. Kam uglerodli. Urta uglerodli. YUqori uglerodli. Kam legirlangan. Urta legirlangan. yuqori legirlangan. Sifatli uglerodli va legirlangan po`latlar. yuqori sifatli po`latlar. Maxsus yukori sifatli po`latlar. Oddiy sifatli po`latlar. Sifatli, yukori sifatli, urta sifatli po`latlar. Uta yukori sifatli po`latlar. SHarikopodshipnikli. «Tez kesar» po`latlar. Elektrotexnik po`latlar. Magnitli kattik po`lat. Quyma chuyanlar. Qayta ishlanuvchi chuyanlar. Quymalar uchun plastinkasimon grafitli (kulrang). SHarsimon grafitli chuyan (yuqori puxtalikdagi). Bolg`alanuvchi chuyan.

**Konvertor pechi.** Ma`lumki, Bessemer va Tomas konvertorlarida po`lat ishlab chiqarish usullarining qator kamchiligi tufayli ularda sifatli po`lat olish ancha cheklangan. Mamlakatimizda 1953 yildan boshlab asosli konvertorlarga quyilgan qayta ishlanadigan cho`yan satxiga texnik toza kislorod xaydash yo`li bilan turli markali po`latlar uglerodli va kam ligerlangan po`latlar olish usullari qo`llanila boshladi. Bu usul oddiyliigi va ixchamligi, yoqilg`i talab etmasligi, ish unumi yuqoriligi, ishlash sharoiti yaxshiligi, po`latda azot va vodorod gazlarining kamligi, kapital mablag`larni kam talab etishi, chiqindilarni ko`proq qayta ishlashga imkon berishi sababli sanoatda borgan sari keng qo`llanilmoqda.

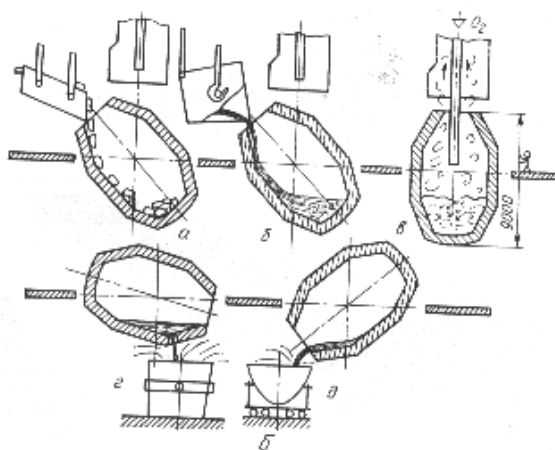
Dunyo bo`yicha ishlab chiqarilayotgan po`latlarning 1960 yilda 3-4%, 1965 yilda 25%, 1980 yilda 40%, 1985 yilda 60-70% dan ortiqrogi shu usulda olindi.

Konvertorlarning tuzilishi va ishlashi konvertor noksimon ko`rinishdagi tagi berk idish devorining qalinligi 400-800 mm oraligida bo`lib, dolomit, smola, yoki magnezit (40-60% MgO, 30-55% CaO, 5-8% toshko`mir smolasi) g`ishtlaridan teriladi. (7-rasm). Sirtidan esa 20-100 mm li po`lat list bilan qoplanadi. U sapfalar yordamida stanina tayanchlariga o`rnatiladi. Konvertorga metall chiqindilarini yuklash, cho`yan quyish, po`lat va shlakni chiqarishda gorizonta o`q atrofida zarur burchakka buriladi. Konvertor kislorod xaydovchi furma mis naycha bilan shunday

briktirilganki bunda furma, konvertordan chiqarilmaguncha uni o'qi atrofida aylantirib bo'lmaydi. Konvertorning tepasiga chiqayotgan gazlarni yig'uvchi qurilma o'rnatiladi.

Konvertorlarning sig'imi 100-350 t va undan ortiq bo'ladi. Masalan, sig'imi 300 t li konvertorning ish bo'shligi balandligi 9 m bo'lsa diametri 7 m ga yaqin og'zining diametri 3,5 m va vanna chuqurligi 1,7 m bo'ladi. Odatda po'lat 400-800 marta eritilgandan keyin konvertor tuzatiladi. Bu konvertorda yiliga 2-2,5 mln to'nna po'lat olinadi.

Konvertorning ishga tushirishdan oldin ish yuzalari ishga yaroqliligiga to'la ishonch hosil qilingach po'lat chiqarish teshigi o'tga chidamli materiallardan tayyorlangan tiqin bilan berkitiladi. So'ngra uni 8-rasm, b da ko'rsatilgan «a» xolatiga keltirib, avval unga yuklash mashinasi yordamida og'zidan qora metal chiqindilar (cho'yan massasining 25–30 % gacha), so'ngra 1250-1400<sup>o</sup>S temperaturali qayta ishlanadigan cho'yan quyiladi. («b» xolat). Keyin ma'lum miqdorda oxaktosh (zarur bo'lsa temir ruda) kiritilib konvertor vertikal xolatga keltiriladi («v» xolat). Suyuq metal satxiga 300 – 800 mm (katta konvertorlarda 3 m gacha) etmagan xolda furma naycha tushirilib, u orqali 0,9-1,4 MPa (9-14 kg/cm<sup>2</sup>) bosimda kislorod xaydaladi. Bunda furma erimasligi uchun uning xavol devorlaridan 0,6-1,0 MPa bosimda sovuq suv xaydab turiladi. Odatda xar minutda xaydalayotgan suv miqdori 5000 l ga etadi.



**8-rasm**

Bu ilg'or usul ayrim kamchiliklardan ham xoli emas. Suyuq cho'yanning ko'proq talab etilishi (1 t po'lat uchun 820-830 kg cho'yan), metall kuyindisining ko'pligi (6-9%), ancha miqdorda chang ajralishi shular jumlasidandir.

Yilliq ish unumini quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

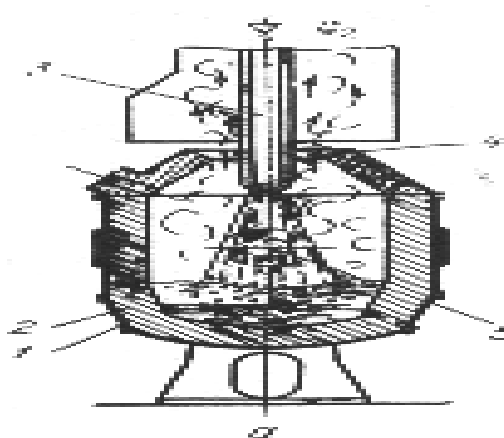
$$A = 0,5 \frac{V}{t}, \text{ млн. т.}$$

konvertorlarning ish unimini oshirib, sifatli po'lat olishda katta xajmli (450 – 500 t) aylanadigan konvertorlardan foydalanish, xaydaladigan kislorodning bosimini oshirish hamda jarayonni boshqarishda avtomatik sistemalardan foydalanish yaxshi samara beradi.

Po'lat ishlab chiqarishda elektr pechlardan ham foydalaniladi.

Marten pechlarda va konvertorlarda olingan po'latlarning pech gazlari bilan birmuncha ko'proq to'yinganligini, ko'p legirlangan asbobsozlik va maxsus xossali po'latlar olishning cheqlanganligi tufayli yanada takomillashgan usullar ustida izlanishlar olib borish 19 asr oxiri va 20 asr boshlarida elektr pechlarda po'lat olish usulining yaratilishiga olib keldi.

Elektr pechlar tuzilishining oddiyliigi, turli muhitlarda va vakuumda ishlay olishi, temperaturasining yuqoriligi va oson rostlanishi, arzon shixta materiallardan yuqori sifatli uglerodli, ko'p legirlangan va maxsus xossali po'latlar olish imkonini beradi.



9-rasm.

Po'lat ishlab chiqarishda foydalaniladigan elektr pechlarni ikki asosiy gruppaga ajratish mumkin:

1. Elektr yoy pechlar;
2. Induksion elektr pechlar

Yuqori dagi 9-rasmda elektr yoy pechining sxemasi berilgan. Elektrik pechlarda po'lat olish uchun xom ashyo sifatida temir-tersak, temir rudasidan foydalaniladi. Elektr yoy pechlarida elektr energiyasi yoyning issiqliq energiyasiga aylantiriladi. Yoyning issiqliq energiyasi esa shixtaga nurlanish orqali ta'sir etib uni qizdiradi va suyuqlantiradi

**Quyma detallarining konstruksiyasini belgilash.** Konstruktor mashina detalining konstruksiyasi (shakli, o'lchamlari) ni, aniqlash va yuza g'adir–budirlik sinflarini belgilashda detallarning ish sharoitini. Ishlab chiqarish bilan bevosita bog'liq bo'lgan texnologik talablarni ko'zda tutgan xolda masalani texnik – iqtisodiy jihatdan oqilona xal etmog'i lozim. Ayniqsa, bunda quyma detallarining shaklini soddalashtirish, devorlar qalinliklarining keskin o'zgarishiga o'tkir burchakli o'tishlar bo'lmasligi geometriq aniqligi va boshqa masalalar texnologik jarayonni xal etishda muhim rol o'ynaydi. Bu masalalarga alohida e'tibor berilgandagina sifatli va arzon qurilmalar ishlab chiqariladi.

**Quyma materiallari.** Texnik – iqtisodiy talablarga javob beradigan quymalar olishda foydalaniladigan asosiy materiallarga cho'yanlar, po'latlar va rangli metall qotishmalari kiradi. Ayniqsa, ularning suyuqlanish temperaturalarining pastligi, oquvchanligi, kam kirishishi ximiyaviy tarkibining tekis bo'lishi hamda arzonligi juda kul keladi. Ma'lumki, ulardan kutilgan xossalar material xiliga, ximiyaviy tarkibiga, metalning qolipga quyilish temperaturasi va boshqa ko'rsatkichlarga bog'liq.

Masalan, sof metallar va evtektik qotishmalarning oquvchanligi qattiq eritmalaridan qattiq eritmalariniki esa ximiyaviy birikmalaridan yuqori bo'ladi. Qotishmalarda uglerodning grafit tarzida ajralishida xajmining kattalashishi qolip bo'shligining suyuq metall bilan yaxshi to'lishiga olib keladi.

Quyma materiallari	Erkin chiziqli kirishuvchanligi, d/ch %	Quyma materiali	Erqin chiziqli qirishuvchanligi d/ch %

quyma cho'yanlar	0,9-1,3	Alyuminiy qotishmalar	0,9 - 1,5
qayta ishlanadigan cho'yanlar	1,7-2,0	Mis qotishmalar	1,4-2,3
Uglerodli po'latlar	2,0-2,5		

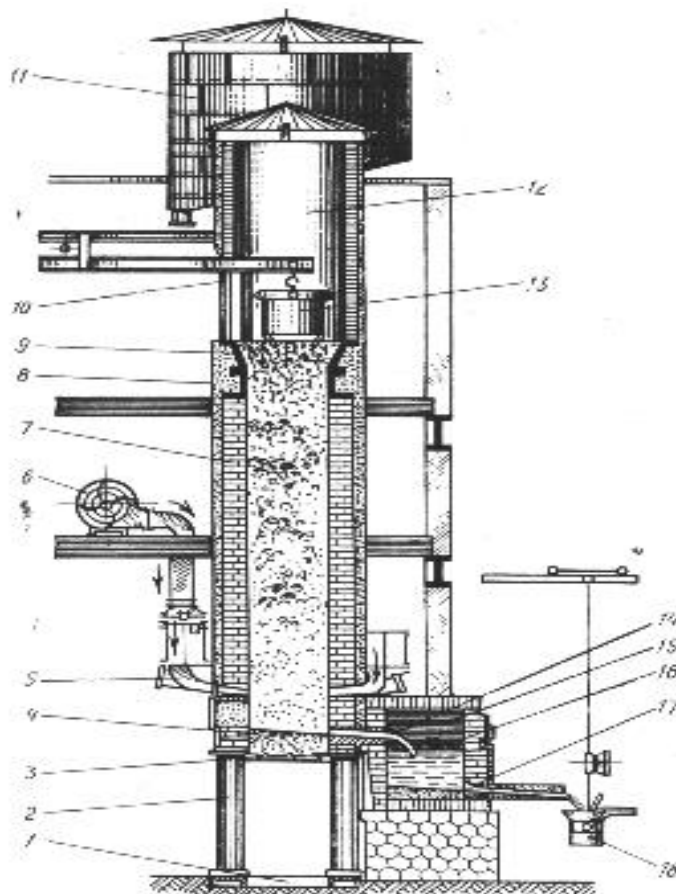
jadvalda tarkibi o'rtacha bo'lgan oddiy shaklli turli metallardan quymalar olishda uning erkin chiziqli kirishuvchanlik qiymatlari keltirilgan.

**Vagranka tuzilishi.** Cho'yan quymalarning 90% dan ortiqrogi vagranka deb ataluvchi shixta pechlarda olinadi, chunki vagronkalar boshqa pechlarga qaraganda tuzilishining oddiyligi, boshqarilishi qulayligi, kam yokilgi talab etishi bilan birga uzluksiz va unumli ishlaydi.

Vagranka pechlar yumalok shaxta pechi bo'lib, devorlari o'tga chidamli shamot g'ishtidan terilgan va sirtidan esa temir list bilan qoplangan. U massiv cho'yan plita taglik 4 ga, taglik esa poydevorga o'rnatilgan ustunlarda yotadi. Taglikning markazida pechning ichki devor diametriga teng teshigi bo'lib, zich berkitilgan (remont vaqtida teshik ochilib, pechdagi qoldiqlar chiqariladi).

O'txona tubi qum va qolip materiallari bilan to'ldirilib, zichlangan. Pechning shaxta qismida shixta materiallar (koks, metall va flyus)ni yuklash darchasi 10 bor. Shixtani pechga badya yordamida yuklashda devorlari shikastlanmasligi uchun darchaning pastrok devori cho'yan g'isht 9 dan teriladi. Pechga kiritilgan koksning yaxshi yonishi uchun ventilyator 6 dan xavo halqali xavo qutisi orqali furmalar 5 ga 350 – 700 mm suv ustuni bosimida xaydab turiladi (bunda xar bir m<sup>2</sup> yuzaga minutiga 100 – 140 m<sup>3</sup> xavo to'g'ri keladi). Odatda furmalar ikki va ba'zan uch qator qilib o'rnatiladi. O'txonaning tubida cho'yanni pechdan chiqarish teshigi bo'lib, unga nov 14 o'rnatilgan. O'txonada yig'ilayotgan cho'yan bu nov orqali cho'yan yig'gich (qopilnik) 15 ga vaqt – vaqti bilan chiqarib turiladi. Pechning shixta materiallar yuklanadigan darchasidan yuqori silindirik qismi *truba* deyiladi. Uning ustki qismiga uchqun so'ndirgich 11 o'rnatilgan. Jarayonda ajratilayotgan gazlar bilan chiqayotgan cho'g'langan zarrachalarni

sovitib, tashqariga chiqarmay yig'adi. Vagrankalarning ichki devori (D) bilan foydali balandligi (H) orasida ma'lum bog'lanish bor va u ko'pincha  $H = (3.5-5) \cdot D$  ga teng bo'ladi. Soatiga 2 tonnagacha cho'yan ishlab chiqaradigan pechlar qichik, 2 – 10 tonnagacha o'rta va 20 – 50 tonnagacha bo'lsa katta vagrankalar deyiladi.



13-rasm

**Vagrankani ishlashi va undan olinadigan mahsulot.** Mamlakatimizda ishlab chiqarilayotgan po'lat quymalarning 60%dan ortiqrog'i uglerodli po'latlardir, 20% ga yaqini legirlangan po'latlar, 20 % ga yaqini ko'p legirlangan po'latlarga to'g'ri keladi. Quymakorlikda zarur tarkibli po'latlarni suyultirib ulardan quymalar olishda konvertorlar, marten va elektr pechlardan foydalaniladi. Quymakorlik sexlarda kichik pechlardan foydalaniladi. Kichik konveytorlarga vagrankada olingan suyuq cho'yan kiritilib, yon teshigidan furlmalaridan metall sathiga xavo ma'lum bosimda xaydaladi.

Konvertorda kechayotgan jarayonda ajralayotgan uglerod (II)- oksid gazi jarayonida ishtirok etmagan xavo kislorod xisobiga to'la yonib, metalni o'ta qizdiradi. Odatda, bunday konvertorlar 0,5 – 3 t gacha o'ta qizigan po'lat olish

uchun mo'ljallanganligi sababli kichik bessemer konvertorlar deyiladi. Bu konvertorlarning ish unumi yuqori, biroq bunda cho'yandagi S va P dan qutilib bo'lmaydi

Qotishmalar rangli metall elektrotlari gorizantal o'rnatilgan yoki induqsion elektr pechlarida olinadi. Ular boshqarilishining qulayligi, quyindining ozligi sababli turli tarkibli yuqori sifatli o'ta qizdirilgan qotishmalar olishda keng foydalaniladi.

Ba'zan iqtisodiy tejamisizligiga qaramay, tigel deb ataluvchi shamot, grafit va boshqa o'tga chidamli materiallardan tayyorlangan idishlarga solingan shixta pechga kiritilib suyuqlantiriladi. Metalning yokilgidan xoliligi, tashqi xavo muxitining bevosita ta'sir etmasligi suyuqlantirilgan metalni suyuqlantiriluvchi shixta tarkibiga juda yaqinligi kabilar bu usulning afzalliklar bo'lsa xajmining kichikligi (100 qg gacha), tigelning qimmatligi tez ishdan (3-5 ishlovdan sung) chiqishi esa kamchiligi xisoblanadi.

#### Adabiyotlar

1. Umarov E.O. "Materialshunoslik" o'quv fanidan laboratoriya va amaliyot ishlari o'quv qo'llanmasi.
2. Umarov E.O. Materialshunoslik. Darslik.
3. Norxudjaev F.R. Materialshunoslik. Darslik.